

ZUR FRAGE VON DEM PROBLEM DER PROTOPLASMA- STRUKTUR.

Taf. XIII.

In den Bänden XV und XVI dieser Serie habe ich an mehreren Stellen die Frage von der eigentlichen Struktur des Protoplasmas berührt und besprochen. Vor allem durch meine zahlreichen Untersuchungen über den Bau der Eier verschiedener Wirbellosen und der Knochenfische war ich immermehr zu der Überzeugung gelangt, dass die schon vor drei Dezennien von FLEMMING und E. VAN BENEDEN gewonnene Auffassung von der Struktur des Protoplasmas im allgemeinen den Grundboden enthalte, auf welchem weiter gebaut werden möchte. In morphologischer Beziehung wäre es deshalb richtig, für diese Struktur von den Begriffen und Bezeichnungen dieser Forscher auszugehen und dieselben bis auf weiteres zu behalten, und ich schlug deshalb vor, mit FLEMMING das reine Protoplasma, *morphologisch* betrachtet, als aus zwei Substanzen bestehend aufzufassen, nämlich aus einem mit Körnern versehenen Fadengeflecht, dem *Mitom* (oder der Filarsubstanz) und einer nicht sichtbar strukturierteren, mehr flüssigen oder »halbflüssigen«¹ Zwischensubstanz, dem *Paramitom* (oder der Interfilarsubstanz) FLEMMING's, wozu ich auch vorschlug, die Körner des Fadengeflechts mit dem von VAN BENEDEN benutzten Namen *Mikrosomen* zu benennen, Bezeichnungen, welche auch von anderen Forschern (M. HEIDENHAIN, 1892 u. a.) benutzt waren. Durch die schönen Untersuchungen von HIS über den feineren Bau des Protoplasmas im Keimhügel der Lachseier war ja auch diese Anschauung in hohem Grade bestätigt.

Dagegen konnte ich in der *Wabenlehre* BÜTSCHLI's und der *Bioblastenlehre* ALTMANN's nicht die eigentliche Wahrheit finden, obwohl diese Lehren auf Grund der angewandten Fixationsmethoden sich erklären liessen. Und was die *Mitochondrienlehre* BENDA's betrifft, so liesse es sich zwar für die männlichen Sexualzellen, in denen die Körner von BENDA gefunden und beschrieben wurden, bestätigen, dass in diesen Zellen während ihrer Entwicklung färbare Körner auftreten, welche sich, wie schon vorher von BRUNN dargelagt hatte, später in der Hülle des Verbindungsstückes des Spermiumschwanzes ansammeln. Als aber dann BENDA seine Mitochondrien in vielen anderen Gewebezellen wiederfand und also diesen Strukturbegriff in hohem Grade erweiterte, zeigte es sich, dass dieser Begriff in sehr vielen Fällen mit dem gekörnten *Mitom* FLEMMING's zusammenfiel. Es wurde immer deutlicher, dass die Mitochondrienkörner BENDA's den *Mikrosomen des Mitomwerks* im Zellprotoplasma und auch den ALTMANN'schen Granula mehr oder weniger identisch waren. Dass solche Körner sich hier und da zu Fäden, *Chondriomiten*, zusammenfügen können, ist ja schon seit lange bekannt. Ebenso dass bei manchen Zellarten im Zellkörper färbare Fäden anderer und verschiedener Art auftreten, welche aber von verschiedener Natur und Bedeutung sein können. Die Tendenz der neueren Forschung auf diesem Gebiete ging mehr und mehr in der Richtung der genannten Anschauung, so dass diese Lehre von den Mitochondrien und Chondriomiten sich immer mehr erweiterte und das Gebiet des FLEMMING'schen Mitoms erobern wollte, ja so weit dass zuletzt fast alle fädigen und körnigen Bildungen im Zellprotoplasma von der Mitochondrienlehre annektiert wurden. Es war vor allem der ausgezeichnete Kielerhistologe FR. MEVES, welcher selbst und durch seine Schüler im In- und Auslande die Mitochondrienlehre in dieser Richtung ausbildete.

Weil ich davon überzeugt war, dass nicht nur viele, sondern sogar die meisten als Mitochondrienbildungen beschriebenen Zellelemente mit dem Mitomgeflecht FLEMMING'S *identisch* waren, trat ich wiederholt gegen die neuen Mitochondrienlehren BENDA'S und MEVES' auf und betonte, dass diese Faden- und Körnerstruktur schon lange vorher von FLEMMING und anderen Forschern gekannt und mehr oder weniger eingehend beschrieben war, dass also die Mitochondrien in diesem Sinne keine neu entdeckten Zellelemente sind. Weil aber die Mitochondrienbegriffe, obwohl recht schwebender Art, in der zytologischen Literatur sich schon weit ausgebreitet hatten, war ich von Anfang an darauf vorbereitet, dass meine Mahnungen daran zu denken, dass die Mitochondrien zum bedeutenden Teil schon lange bekannt waren und keine neu gefundenen Zellelemente sind, wenig Aufmerksamkeit und Zustimmung gewinnen würden. Ich hielt es aber für meine Pflicht, vor der meiner Ansicht nach unmotivierten neuen Lehre zu warnen, und zwar teils wegen des Prioritätsrechts der alten, hingeschiedenen grossen Forscher, teils auch wegen der Gefahr, auf dem Boden der Mitochondrienlehre ein ganzes Baugerüst von neuen unklaren Begriffen und unnötigen Bezeichnungen aufzubauen, welche wahrscheinlich als Termini technici bald in die Hand- und Lehrbücher eindringen würden, wonach man dann grosse Mühe damit habe, sie wieder auszurotten. Neue Namen können nur dann nützlich sein, wenn die Begriffe möglichst klar sind und die fraglichen Sachen nicht schon passende Bezeichnungen haben. Neue Synonyme sind, wie allbekannt, für die Wissenschaft eher ein Last, als ein Gewinn. So hat nun MEVES im Anschluss an die Namen Mitochondrien und Chondriomiten BENDA'S in den Jahren 1907—1910 für die fraglichen Bildungen folgende neue Bezeichnungen geschaffen: *Chondriokonten* und *Chondriom*, *Chondriosomen*, *Plastosomen*, *Plastochondrien*, *Plastochondriomiten* und *Plastokonten*. Ich habe vor dieser Neuschaffung von Termini technici gewarnt, um so mehr als mehrere von denselben offenbar synonymen Begriffen entsprechen und teilweise schwerdefinierbar sind. Wir wissen nämlich gar zu wenig von der *wirklichen* Natur aller dieser Körner in dem Protoplasma der verschiedenen Zellarten des Organismus, um sie als differente Elemente zu definieren. Und diese langen griechischen Namen erläutern sehr wenig die *wahre* Natur dieser Körner und Körnerarten. Wir wissen ja seit lange, dass in den Zellkörpern Körner verschiedener Natur vorkommen. Ich finde es aber *noch zu früh*, diese Körner, deren Natur wir noch so wenig kennen gelernt haben, mit allen diesen scheinbar so gelehrten Namen zu belegen. Bis auf weiteres wären jedenfalls ein oder zwei von ihnen genug.

In seiner letzten Abhandlung im Archiv f. Mikrosk. Anat. hat nun MEVES¹⁾ gegen diese meine Bemerkungen sein Verfahren und auch seine Bezeichnungen zu verteidigen versucht, und das ist natürlich sein Recht. Mich hat er jedoch keineswegs überzeugen können. Ich werde indessen nicht diesmal auf diese Frage näher eingehen, werde aber ein anderes Mal gerne darauf zurückkommen. Nur das will ich hier betonen, dass MEVES sich auch darauf stützt, dass es mit den von mir angewandten Methoden in der Regel nicht glückt, klare und scharfe Bilder der »Plastosomen« zu erhalten. Ja, wenn er damit meint, dass ich für diese Studien nicht die von ihm benutzte ALTMANN'SCHE Methode gebraucht habe, so hat er Recht. Ich muss gestehen, dass ich im ganzen diese Methode bisher nur wenig benutzt habe. Vor einer Anzahl von Jahren hatte ich Gelegenheit, eine grosse Reihe von solchen, von ALTMANN selbst gemachten Präparaten von verschiedenen Zellen und Geweben, und zwar unter ALTMANN'S EIGENER Leitung, durchzumustern. Die Präparate waren ihrer Art nach interessant und schön. Fast überall sah man in den Zellen die zahlreichen scharf gefärbten Körner, welche ALTMANN noch als echte »Bioblasten« auffasste; von der übrigen feineren Struktur der Zellen sah ich aber in den genannten Präparaten sehr wenig. Als ich selbst hin und wieder Präparate nach der ALTMANN'SCHEN Methode zu verfertigen suchte, blieb mein Schicksal derselben Art: die feinere Struktur der Zellkörper, die ich mit anderen Methoden nachweisen konnte, wurde in den ALTMANN'SCHEN Präparaten verschwommen, nur die *Körner* traten scharf hervor. Von dem FLEMMING'SCHEN Mitom des Protoplasmas nahm ich also nur die Mikrosomen, nicht die Fäden wahr. Ich betone dies hier ganz besonders, weil es mir scheint, dass dasselbe Schicksal auch MEVES getroffen hat, als er die Ascariseier mit dieser Methode untersuchte und beschrieb: Die *Körner* hat er scharf färben können und gesehen, *die sie verbindenden Fäden*, welche man mit anderen Methoden scharf wahrnimmt, sind ihm entgangen. Dasselbe Schicksal hat MEVES offenbar auch bei seiner Untersuchung der Echinideneier verfolgt. In diesen Eiern, in denen man, wie auch in den Asteriaseiern, mit anderen geeigneten Methoden die Struktur des Protoplasmas und das mit Mikrosomen besetzte Mitomgeflecht oft wunderbar schön studieren kann, hat MEVES ebenfalls zwar die *Mikrosomen* gesehen, aber *nicht die Fäden des Mitoms*. Ich bot ihm deshalb einmal an, ihm eine Reihe von meinen Präparaten zur Ansicht zuzuschicken, auf welche ich meine Auffassung vom Protoplasmaabau stützte, bekam aber hierüber keine Antwort. Und

¹⁾ FR. MEVES, *Verfolgung des sogenannten Mittelstückes des Echinodermenspermiums im befruchteten Ei bis zum Ende der ersten Furchungsteilung*. Archiv f. mikrosk. Anat., Bd 80, Abt. II, 1912.

nun verstehe ich auch weshalb. Kollege MEVES meint offenbar, dass die von mir angewandten Methoden zu keinen sicheren Schlüssen führen können, und dann lohnt sich ja keine Besichtigung solcher Präparate. Unter solchen Umständen muss ich natürlich seine Überzeugung respektieren. Dann lohnt sich ja keine solche Besichtigung.

Und hiermit sind wir wieder zu der alten, vieldebattierten Frage betreffs der *guten und schlechten Methoden* gelangt. Der eine Forscher verwirft oft die Methoden, die der andere lobt, und wenn sie zu verschiedenen Resultaten kommen, meint jener, dass die von dem anderen benutzten Methoden daran Schuld tragen. Dies kann ja auch recht oft richtig sein, aber jedenfalls nicht immer. Mit der einen Methode bekommt man ja bekanntlich an demselben Gegenstand die Antwort auf *eine* Frage, mit einer anderen Methode auf eine *andere* Frage. Mit *einer* Fixierungs- und Färbungsmethode bekommt man also in einer Zelle, z. B. einem Eie, die Körner, die Mikrosomen, stark gefärbt und hervortretend, mit einer *zweiten* Methode die Fäden des Mitoms, mit einer *dritten* beides und mit einer *vierten* nichts davon. Was nun eben das Mitom und die Mikrosomen des Eiprotoplasmas betrifft, habe ich mich durch sehr ausgedehnte Untersuchungen überzeugt, dass man mittelst einer Reihe verschiedener Methoden diese Strukturen in sehr schöner und distinkter, und vor allem in untereinander übereinstimmender Weise zur Anschauung bringen kann. Dann kommt vielleicht ein anderer Forscher, der noch eine andere, aber für den betreffenden Gegenstand *nicht* geeignete Methode geprüft hat, und sagt: »Ihre Präparate sind Kunstprodukte, sie müssen meine Methode anwenden«. In solchen Fällen wäre es ja auch richtig, dass man diese letztere prüft, um die Ergebnisse derselben mit denen der anderen Methoden zu vergleichen.

Was nun mich selbst betrifft, so bin ich nach vieler Jahre Arbeit auf diesem Gebiete wirklich so vermessen zu meinen, dass wenn ich mit den verschiedenen Methoden einen Gegenstand lange studiert habe und zu einer Überzeugung hinsichtlich gewisser Strukturfragen gelangt bin, ich auch so ziemlich das Richtige von dem Unrichtigen zu unterscheiden vermag, wenigstens in den meisten Fällen. Wozu lohnt es sonst, dieser wissenschaftlichen Forschung seine Lebensarbeit zu widmen, wenn man nie einen festen Boden erreichen könnte? Wahr ist es ja, dass man überall von Irrwegen umgeben ist, und dass man, je älter man wird, gewöhnlich immer mehr kritisch und skeptisch wird. Man hat ja so viele Theorien und Ansichten fallen gesehen, dass man vor der bekannten Aussage UEXKÜLL's »Eine wissenschaftliche Wahrheit ist ein Irrtum von heute«, hin und wieder meditierend stehen bleibt: oder vielleicht noch mehr die berühmte Aussage DUCLAUX': »La science s'avance parce qu'elle n'est sûr de rien« bedenkt und bezeugt.

Uns Histologen, und vor allem uns Zytologen, droht immer eine besondere Gefahr, ein Damoklesschwert, in der *Fixierung* der zu untersuchenden Gewebe und Zellen, von dem wir wohl nie los kommen werden. An dem frischen, lebenden Gewebe, den frischen, lebenden Zellen nimmt man ja leider so wenig mit einiger Sicherheit wahr, dass es sich nur selten lohnt, diese Untersuchungsart weit zu treiben. Und die vitalen Färbungsmethoden führen uns auch leider bisjetzt nur zu einer bald erreichten Grenze. Sonst haben ja die neueren Erfahrungen auf dem tierexperimentellen und chirurgischen Gebiete in wundervoller Weise dargetan, dass die Gewebe und Zellen auch bei den höheren Tieren und dem Menschen, unter günstigen Bedingungen, von dem übrigen Organismus getrennt, weit länger überleben können, als man früher geglaubt hat. Man nahm ja früher an, dass in manchen Geweben bei ihrem Abtrennen vom Körper ihr Tod sehr schnell eintrete. Die neu erworbene Tatsache des langen Überlebens mancher Organe und Gewebe ist ja *auch für die zytologische Forschung ein grosser Gewinn*.

Und doch schwebt über uns noch die alte *Gefahr der Fixierung*, denn ohne eine vervollkommnete Fixierung kommt die Histologie resp. die Zytologie ihren hohen Zielen nicht viel näher. Einige Zeit hoffte man zwar, dass die Gefriermethode das erlösende Wort geben würde. Dies hat sich aber als irrtümlich erwiesen: das Gefrieren zerreisst und verdirbt in den meisten Fällen die feineren Gewebsteile noch mehr als die meisten anderen Methoden.

Von den bisjetzt erfundenen Fixierungsmethoden haben ja bekanntlich die meisten den Fehler, dass sie die Teile zum Schrumpfen zwingen und mancherlei Fällungen der Eiweisssubstanzen verursachen, was besonders auch dann der Fall ist, wenn sie mit gewissen gebräuchlichen Säuren versetzt sind. Dies ist ja mit Recht als ein kaum besiegbarer Übelstand anzusehen. Und doch ist unser histologisches Wissen zum höchst bedeutenden Teil gerade mit solchen Fixiermethoden gewonnen. Ohne sie würde unsere Kenntnis vom feineren Bau mancher unserer Organe nicht besonders weit gedungen sein. Und zwar nicht nur die Chromsäure, sondern v. a. die Essigsäure haben hierbei eine bedeutende Rolle gespielt. Ich brauche hier nur die Gemische von FLEMMING, HERMANN, RABL, CARNOY, ZENKER und andere Sublimatessiggemische, sowie auch die Pikrinessiggemische zu nennen, welche zugleich mehr oder weniger zur Färbung gut geeignete Präparate liefern.

Mit *solchen* Fixierungsmethoden habe ich in *Eiern* verschiedener Tiere sowie auch in manchen anderen

Zellarten das Vorhandensein des Mitomwerks in einer meiner Ansicht nach überzeugenden Weise nachzuweisen vermocht. In den Eiern von Echinus und Asterias trat dasselbe zusammen mit den Mikrosomen sehr schön und klar, und, wenn möglich, noch reiner und klarer in dem Keimhügel der abgelegten Eier von Gobius niger, hervor; ferner zeigte es sich auch scharf und rein in den Eiern von Ascaris megalocephala. Und von diesen Präparaten, wie auch von Präparaten von Eiern mancher anderer Tiere, habe ich in den Bänden XV und XVI dieser Serie eine bedeutende Anzahl von Abbildungen veröffentlicht.

MEVES hat nun auch die Eier der Echiniden und Ascariden untersucht, ist aber zu einer sehr abweichenden Auffassung der Verhältnisse gelangt. Dies ist ja ganz natürlich. Er scheint nämlich hierbei fast *nur die ALTMANN'sche Methode* anzuwenden und zu approbieren. Mit derselben bekommt man ja nach meiner Erfahrung nur *Körner* in einer verschwommenen, unstrukturiert erscheinenden Masse zu sehen. »Ich«, sagt MEVES, »sehe demgegenüber« — mit Rücksicht auf meine Befunde — »an meinen nach der ALTMANN'schen Methode behandelten Präparaten die Dotterkörner gleichmässig in der Grundsubstanz verteilt. Ferner kann ich nichts davon wahrnehmen, dass die Plastochondrien durch feine, weniger stark färbare Fasern verbunden sind«. Er fügt aber dann selbst hinzu: »Dies beweist zwar nichts gegen die Existenz der Fasern«¹⁾ u. s. w. Gewiss, hier liegt eben der Kern! Mit der ALTMANN'schen Methode lassen sich die Fasern nicht nachweisen. Mit dieser Methode lässt sich auch im ganzen auf dem histologischen Gebiete nicht viel von den Strukturen nachweisen. Falls unsere Technik auf diese Methode beschränkt wäre, würden wir von Strukturen nicht viel erkannt haben. Sie zeigt uns gefärbte *Körner*, *Körner und wieder Körner*. Und dies kann ja zuweilen auch nützlich sein. Aber als die einzige Methode für das Studium der Eier und der Zellstrukturen im allgemeinen reicht sie nicht hin. Glücklicherweise hat MEVES selbst bei seinen bekannten schönen Untersuchungen auf den spermiogenetischen und anderen zytologischen Gebieten *andere* Methoden, v. a. die FLEMMING'sche, die er ja auch selbst modifiziert hat, benutzt; sonst wäre das Wissen auf diesen Gebieten gewiss viel ärmer.

Ich werde indessen diese Besprechung der Diatribe von MEVES diesmal nicht weiter fortsetzen, sondern schiebe die Sache grösstenteils bis auf weiteres auf. MEVES hat ja betont, dass ich »mit Methoden gearbeitet habe, mit denen es in der Regel nicht glückt, klare und scharfe Bilder der Plastosomen zu erhalten«. Offenbar meint er damit ganz besonders, dass ich nicht mit der ALTMANN'schen Methode gearbeitet habe. Im ganzen hat er darin Recht, und ich werde, um mich noch bestimmter und aus eigener umfassenderer Erfahrung äussern zu können, bald möglichst die ALTMANN'sche Methode in ihrer Anwendung für die betreffenden Studien genauer prüfen.

Bevor ich aber diese Mitteilung abschliesse, will ich indessen doch ein Thema behandeln, welches MEVES in seiner hier schon angeführten Abhandlung von diesem Jahre (1912) mir gegenüber bespricht, nämlich die Frage vom Bau der weissen Blutzellen des Salamanders und ganz speziell auch der Zellen in der *lymphatischen Randschicht der Leber* dieses Tieres, welches Thema er schon früher (1910) behandelt hat, wobei er in der Tat sowohl das FLEMMING'sche und das von ihm modifiz. Flemming'sche Gemisch sowie auch das ALTMANN'sche Gemisch gebraucht hatte. In dieser Besprechung, in welcher MEVES ganz besonders betont, wie notwendig es ist, neue Bezeichnungen auf diesem Gebiete zu schaffen, und in welcher er auch zwei Abbildungen wiedergibt, hebt er hervor, dass in diesen Leukozyten jedenfalls zwei Arten von Fäden vorkommen, nämlich teils die von den Zentriolen bzw. der Zentrotheka in radiärer Richtung ausgehenden *Strahlen* und die dickeren, im Protoplasma unregelmässig verstreuten, die *Plastokonten* von MEVES. »Sie sind«, sagt er, »zwar nicht gleichzeitig mit den Fäden der Strahlung in einem und demselben Präparat sichtbar; es besteht aber nicht der geringste Zweifel, dass sie *neben* und zwischen ihnen vorhanden sind. FLEMMING hat zuerst (1882) möglicherweise die dickeren, unregelmässig verstreuten Fäden, meine 'Plastokonten', später (1891) jedenfalls die von den Centriolen ausgehenden Strahlen als 'Mitom' beschrieben.«

Von anderen *gekörnten* Fäden — dem eigentlichen Flemming'schen Mitom — sieht man in den Figuren nichts, und solche werden auch nicht erwähnt. In seiner früheren Mitteilung (1910) findet sich unter den 24 Figuren jedoch eine (Fig. 23), welche eine solche, im Flemming'schen Gemisch fixierte Leukozytenzelle darstellt, in der gekörnte Fäden vorhanden sind, die, obwohl undeutlich, als echte Mitomfäden erscheinen. Aber charakteristisch genug ist es nun, dass MEVES selbst das Vorhandensein dieser Mitomfäden ganz wegzu erklären versucht. Und dazu kommt noch, dass in dieser Zelle keine echten »Chondriosomen« wahrnehmbar sind. MEVES betont hierbei zuerst, dass man in den mit FLEMMING'schem Gemisch fixierten Objekten mit Leukozyten die von ihm beschriebenen Bilder der Chondriosomen nur dort findet, wo die Osmiumsäure stark gewirkt hat, am besten an der Peripherie.

¹⁾ Von mir kursiviert.

»Im Innern dagegen«, sagt er, »in welches nur die beiden anderen Säuren eindringen, sind die Chondriosomen nur höchst mangelhaft erhalten oder überhaupt nicht erkennbar. Dafür kann man hier die von den Centriolen ausgehende Strahlung wahrnehmen; man vergleiche Fig. 23, welche eine Zelle der lymphatischen Randschicht von einer Leber darstellt, die der direkten Einwirkung der Osmiumsäure dadurch entzogen war, dass die Salamanderlarve, von welcher sie stammt, ganz in das FLEMMING'sche Gemisch geworfen wurde. Dass die Strahlung in Zellen, die einer starken Osmiumwirkung ausgesetzt waren, nicht erkennbar ist, dürfte darauf zurückzuführen sein, dass die übrige Zellsubstanz durch die Osmiumsäure einen 'gleichen oder ähnlichen Brechungsindex' bekommt, wie die in ihr vorhandenen Strukturen. Jedenfalls vermag ich an dem vitalen Vorhandensein dieser Strahlung nicht zu zweifeln. Strahlung und Chondriosomen bestehen im Cytoplasma der weissen Blutzelle nebeneinander; die Chondriosomen sind zwischen den Fäden der Strahlung gelegen.« Dann fügt nun MEVES weiter folgendes hinzu:

»M. HEIDENHAIN hat 1892 S. 145 beschrieben, dass den Fäden der Strahlung an Sublimatpräparaten eine 'besondere innere Struktur' zukommt. Die Fäden weisen nach ihm eine Quergliederung auf; sie zerlegen sich bei der Färbung in Biondischer Lösung an gut gelungenen Präparaten in färbbare und achromatische bzw. weniger färbbare Glieder. Die färbbaren Glieder bezeichnet M. HEIDENHAIN als Mikrosomen; bei mehrkernigen Leucocyten findet er sie in konzentrischen Kreisen angeordnet. Diese von M. HEIDENHAIN gegebene Schilderung vermag ich an meinen Präparaten, welche mit FLEMMING'schem Gemisch fixiert sind, *nicht zu bestätigen*¹⁾. Allerdings sehe ich in Zellen wie Fig. 23 blass färbbare Körner, von denen ich glaube, dass sie mit den Mikrosomen HEIDENHAIN'S identisch sind, den Fäden der Strahlung, wenn auch in sehr unregelmässigen Abständen, anhaften; *aber*¹⁾ *die gleichen Körner liegen zum Teil auch frei zwischen den Fäden. Was nun die Natur dieser Körner anlangt, so habe ich bestimmten Anhalt, mich davon überzeugt zu haben, dass sie 'Macerationsprodukte' der Chondriosomen darstellen.* Ich habe schon bei früherer Gelegenheit (1910, S. 151) beschrieben, dass die Chondriokonten bei Fixierung mit FLEMMING'schem Gemisch ausserhalb des Wirkungsbereichs der Osmiumsäure sich zunächst vielfach der Quere nach fragmentieren und dass weiterhin die dadurch entstandenen Kügelchen ebenso wie etwa vorhandene Mitochondrien aufquellen.«

Ich habe hier dies ganzes Stück vollständig zitiert, weil es den Standpunkt und die Auffassung MEVES' hinsichtlich des eigentlichen Mitomwerks in dem Protoplasma der Leukozyten (und gewissermassen auch anderer Zellen) recht deutlich angibt. Aller Wahrscheinlichkeit nach hat er das echte Mitom, welches stets in allen diesen Leukozyten normal vorkommt, in der in seiner Fig. 23 abgebildeten Zelle vor sich gehabt; er sucht aber dies Mitom wegzu erklären, und zwar als »Macerationsprodukte« seiner Chondriosomen. MEVES erklärt auch, er könne die von MARTIN HEIDENHAIN gegebene Beschreibung des mit Mikrosomenkörnern besetzten Fadengeflechts in den Leukozyten, welches offenbar dem echten Mitom entspricht, *nicht bestätigen*. MEVES hat also das Vorhandensein des echten Mitoms in den Leukozyten in der Flächenpartie der Salamanderleber nicht gesehen. Er erkennt hier nur seine Fadenstrahlungen um die Zentriolen herum und zwischen den Strahlen befindliche »dickere, unregelmässig verstreute Fäden«, seine Chondriokonten oder Plastokonten. Hinsichtlich des Mitoms fügt er ausserdem folgendes hinzu: »Ich habe nun vorgeschlagen, die durch die Plastosomenmethoden färbbaren Fäden Chondriokonten oder Plastokonten zu nennen, die Flemming'schen Bezeichnungen Filarmasse oder Mitom dagegen auf die Strahlungen und *die bezüglich ihrer vitalen Existenz noch zweifelhaften, ihnen eventuell gleichwertigen feinen Fäden- oder Netzwerke zu beschränken*«. Was das Verhalten der Polstrahlungen zum Mitomwerk betrifft, erwähnt MEVES, dass nach FLEMMING (1891) jene durch eine direkte Umwandlung oder Umformung des »Mitoms« entstehen und dass ich mich dieser Ansicht angeschlossen habe. »Ich bin demgegenüber«, sagt MEVES, »ebenso wie BOVERI (1895), der Meinung, dass die Strahlen als neue Strukturen von den Zentren auswachsen.«

Nachdem ich also möglichst durch direkte Zitate die Angaben und Ansichten MEVES' hinsichtlich der Zellkörperstruktur der Leukozyten von Salamandra maculata, wie sie sich in der Oberflächenschicht der Leber darbieten, angeführt habe, werde ich nun zu einer kurzen Darstellung *meiner eigenen* betreffenden Befunde übergehen. Ich habe zwar auch hier nicht die ALTMANN'sche Methode benutzt, aber die FLEMMING'sche, auf deren Anwendung MEVES sich z. T. ebenfalls hier stützt. Ausserdem habe ich aber auch mehrere andere Methoden durchgeprüft, und zwar vor allem Sublimatessiggemische, unter anderen das ZENKER'sche, sowie auch Pikrinsäuregemische und ebenso das CARNOY'sche Gemisch. Alle diese Fixierungsmethoden gaben mir im ganzen übereinstimmende Strukturbilder. Von allen erwies sich aber auch hier das CARNOY'sche Gemisch als das beste. Es gab mir nicht nur die geringsten Schrumpfung, sondern auch die klarsten und reinsten Bilder und die schärfsten Färbungen der Präparate, sowohl mit der HEIDENHAIN'schen Hämatoxylinmethode als mit der EHRlich-BIONDI'schen

¹⁾ Von mir kursiviert.

Methode. Die auf der Taf. XIII wiedergegebenen Bilder sind teils nach CARNOY'schen, teils nach ZENKER'schen Präparaten gezeichnet, alle mit der Vergröss. von Zeiss' Apochr. 2 mm., Ap. 1,30, Komp. Ok. 12, die Fig. 1—4 und 6—8 ausserdem in zweimaliger linearer Vergrösserung des Mikroskopbildes. Ich habe hierbei grösstenteils solche Zellen ausgewählt, welche reine und klare Strukturpartien darboten.

Schon seit lange habe ich dies Objekt studiert, weil ich in ihm die zytologisch so hochwertige Leukozytenstruktur, und zwar sowohl hinsichtlich des Kerns als des Zellkörpers, in seltener Reinheit und Fülle fand. Vor allem gab mir oft das Mitom des Protoplasmas in seinem Verhalten zu den Zentriolen selten klare Bilder. Als ich dann die dies Objekt behandelnde Abhandlung MEVES' vom Jahre 1910 erhielt, erstaunte ich darüber, dass unsere Befunde doch so verschieden waren. Ich wartete deshalb bis auf weiteres mit der Veröffentlichung der meinigen, um so mehr als ich damals eigentlich von verschiedenen Gebieten und Organen Beiträge zur Behandlung der Frage von der Protoplasmastruktur im allgemeinen sammelte. Hin und wieder setzte ich aber auch das Studium des vorliegenden Objektes fort. Als nun in diesem Sommer die neue Abhandlung von MEVES durch die gefällige Zusendung des Verfassers in meine Hände kam, in welcher er von neuem dasselbe Objekt, die lymphatische Oberflächenschicht der Salamanderleber, bespricht und auf seine in diesem gemachten Befunde seine Lehre von den Chondriokonten oder Plastokonten gegen meine Bemerkungen stützt, so habe ich es angemessen gefunden, nun meine Ergebnisse auf diesem Gebiete kurz mitzuteilen. Ich habe deshalb auch von meinen Zeichnungen eine Reihe ausgewählt, welche, wie erwähnt, auf der Tafel XIII wiedergegeben ist.

In den in der oben beschriebenen Weise fixierten und gefärbten Präparaten, vor allem an den mit dem Hämatoxylin behandelten, bemerkt man in dem Protoplasma der zahlreichen, meist eng zusammenliegenden Zellen der sog. lymphatischen Randschicht der Leber erwachsener Salamander eine körnig-faserige Struktur, deren Elemente in manchen Zellen so dicht gedrängt liegen, dass man sie nicht genauer eruieren kann. Hier und da findet man aber Zellen, in denen diese Struktur deutlicher hervortritt, indem zwischen den Maschen eine helle, sie trennende Substanz sich angesammelt hat, wodurch ein Fadenwerk sich wahrnehmen lässt, in dem dunklere Punkte sichtbar sind. Solche Partien kommen teils in Zellen vor, in denen die Struktur im übrigen dichter ist, teils auch in Zellen, in welchen das Protoplasma des ganzen Zellkörpers loser zusammengesetzt ist und der Bau sich deutlicher erforschen lässt. Die Fig. 1 der Taf. XIII zeigt drei solche zusammenliegende Zellen; man nimmt in ihren Zellkörpern ein ausgeprägtes Fadenwerk von mehr oder weniger gebogenen oder gekrümmten Fäden wahr, welche in verschiedenen Richtungen hinziehen, in diesen Zellen aber zum Teil auch in etwas radiierender Anordnung nach aussen hin verlaufen und von einem Mittelpunkt ausgehen. Wenn man nun diesen Mittelpunkt aufsucht, so findet man eine rundliche oder ovale Stelle, welche etwas dunkler als die helle Zwischensubstanz erscheint und einige schwarz gefärbte Körnchen enthält: die die Zentralkörper resp. Zentriolen enthaltende »Zentrotheca« resp. Zentrosphäre. In diesen drei Zellen sieht man nun je einen Kern, von denen einer unregelmässig kugelig, die anderen beiden als halbmondförmig gebogene Zapfen erscheinen. Im Inneren des kugeligen, stark geschwärtzten Kerns nimmt man nur kleinere Chromatinkörner wahr; in den anderen beiden, gebogenen Kernen sowohl kleinere solche Körner als grössere Querbänder von Chromatinansammlungen. In den Mündungen der Busen der letzteren beiden Kerne liegen nun, wie gewöhnlich, die Zentrosphären, an dem kugligen Kern liegt die Sphäre von ihm seitwärts abgetrennt. Die rings um die Zentrosphären befindlichen gekörnten Fäden des Protoplasmas reichen bis zum Rande der Sphären und laufen z. T. von demselben, aber nicht in echt radiierender Richtung, aus und ziehen, wie erwähnt, durch das Protoplasma, mittelst einer mehr oder weniger reichlichen, hellen Zwischensubstanz getrennt, einander in verschiedener Weise kreuzend, nach aussen hin. Sie sind alle hier und da mit dunkler gefärbten Körnern in ihrem Verlaufe versehen und verästeln sich hin und wieder dichotomisch, bilden aber *kein Netz*, sondern ein mehr oder weniger dichtes oder loses *Geflecht*, welches das ganze Protoplasma durchspinnt und bis zur Aussenfläche der Zellen reicht.

Man hat hier also den echten Typus eines *Mitoms* mit an dessen Fäden vorhandenen *Mikrosomen* oder *Zytomikrosomen*, wie ich sie gerne näher bezeichnen will, weil einige Autoren leider auch im Kern Körner mit der Benennung »Mikrosomen« belegt haben. Die helle Zwischensubstanz im Protoplasma, in welcher man keine Struktur wahrnehmen kann, entspricht also dem *Paramitom* FLEMMING's.

In den Fig. 2—4 ders. Tafel erkennt man nun auch eine Struktur, welche in verschiedenen Variationen denselben Bau darbietet. In der Fig. 3 liegt eine Zelle vor, wo die gekörnten Fäden von der Zentrosphäre aus in ausgezeichnet deutlicher Weise nach allen Richtungen ausstrahlen, wobei sie sich hier und da dichotomisch teilen. In der Fig. 4 ist das Mitomgeflecht schon dichter; die einzelnen Fäden sind weniger leicht und nur auf kürzere Strecken zu verfolgen. In der Fig. 2 sind vier innere Zellen dieses lymphatischen Gewebes, und zwar

von der Übergangszone zu dem eigentlichen Lebergewebe, abgebildet; unten rechts findet sich eine echte *Leberzelle* mit ihrem grossen kugligen Kern, welcher einen schwarzgefärbten Nucleolus und ein verästeltes Chromatinnetz enthält, und mit dem, grössere und kleinere kugelige Massen zeigenden, Mitomfäden enthaltenden eigentlichen Protoplasmanetzwerk. Links von der Leberzelle findet sich der Querschnitt einer Blutkapillare mit einer roten Blutzelle. Von den vier Leukozyten sind die drei mit je einer Zentrosphäre versehen; eine von ihnen ausstrahlende Anordnung der Fäden des Mitoms ist in diesen Zellen nur äusserst schwach und nur stellenweise wahrnehmbar; sie bilden ein echtes maschiges Geflecht. In einer der vier Zellen (rechts, oben) ist eine mitotische Teilung vorhanden, mit den Schlingen gegen den Polarkörper gerichtet, und nicht nur ausserhalb der Chromosomen, sondern auch zwischen ihnen erkennt man gekörnte Mitomfäden.

Aus diesen Figuren, wie auch aus der Betrachtung der zahlreichen Zellen in diesen meinen Präparaten, geht hervor, dass im Protoplasma dieser Zellen, obwohl in mehr oder weniger ausgeprägter Weise, ein echtes, mehr oder weniger dichtes, gekörntes Mitomwerk vorhanden ist, dessen Fäden nur stellenweise und zum Teil strahlenförmig um die Zentrosphären angeordnet sind. Dies gekörnte Fadenwerk scheint aber MEVES nicht wahrgenommen zu haben; oder, wenn er es ausnahmsweise bemerkt hat, scheint er es als ein »Mazerationsprodukt« aufgefasst zu haben.

Wo sind aber in meinen zahlreichen Präparaten die »Chondriokonten« oder »Plastokonten« MEVES? Ich muss gestehen, dass ich in den meisten von mir untersuchten Lebern nichts davon entdecken konnte. Zuerst glaubte ich, dass man vielleicht zum Teil die Fortsätze einer Art Zwischenzellen hierfür genommen habe. In dieser lymphatischen Schicht der Salamanderleber strecken sich nämlich teils von der dünnen umhüllenden Kapselschicht, welche auch verästelte Bindegewebszellen enthält, mehr oder weniger reichliche, lange, sich verzweigende, mit Hämatoxylin sich dunkel färbende Arme, hier und da von dünnen Häutchen begleitet, zwischen die Leukozyten hinein und schlingern sich zwischen ihnen in den verschiedensten Richtungen. Teils finden sich auch im Inneren der lymphatischen Schicht einzelne solche verästelte Zellen mit langen Zweigen, welche die Leukozyten umspinnen. In der Fig. 5 sieht man eine Anzahl von dem Mikrotommesser hier und da abgeschnittener, zwischen und über die Zellen verlaufender, schwarz gefärbter Fortsätze dieser offenbar bindegewebigen Zwischenzellen; und in den Fig. 2 und 4 findet man bei noch stärkerer Vergrösserung Stücke dieser Fortsätze zwischen solche Zellen eingekleilt; in der Fig. 2 bemerkt man auch (unten, links) den von dem grossen Kern eingenommenen Zellkörper einer solchen Zwischenzelle mit einigen von ihr ausstrahlenden Fortsätzen zwischen den Leukozyten und um sie herum. Anfangs dachte ich mir nun die Möglichkeit, dass kleine Stücke solcher bindegewebiger Zellfortsätze, welche auf oder unter den Leukozyten gelegen sind, als in ihnen befindlich betrachtet werden könnten und als »Chondriokonten« angesehen worden seien; ein so erfahrener Histologe wie MEVES könnte aber dies nicht getan haben. Es könnte nun auch möglich sein, dass die Lebern der verschiedenen Salamanderindividuen hinsichtlich des Vorkommens der Chondriosomen oder Plastosomen sich verschieden verhalten könnten. Ich untersuchte deshalb dies Organ bei zwölf Salamandern von verschiedenem Alter und Geschlecht. Bei einem von diesen, welcher sehr lange gehungert hatte, fand ich dann in den Zellen der betreffenden Leukozytenschicht (Fig. 6 und 7) mehr oder weniger von sich in Hämatoxylin schwarz färbenden Stäbchen, welche den Chondriokonten oder Plastokonten von MEVES ziemlich ähnlich waren. Die Kerne dieser Zellen sahen krankhaft aus. In den wirklichen Leberzellen und ihren Kernen schienen ebenfalls kränkliche Veränderungen vorhanden zu sein; sogar in den weissen Blutkörperchen in den Gefässen der Leber (Fig. 8) waren den Chondriokonten ähnliche Stäbe vorhanden.

Wie schon oben aus den Zitaten aus einer von MEVES' Abhandlungen hervorgeht, hatte ja schon im Jahre 1892 MARTIN HEIDENHAIN¹⁾, wie ich auch selbst früher angeführt habe, eine Anschauung von der Struktur des Protoplasmas in den Leukozyten veröffentlicht, welche mit der von mir hier angegebenen sehr übereinstimmt. »Ich habe gefunden«, sagt HEIDENHAIN, »dass das Zellenprotoplasma der Leukocyten *durchweg aus Fäden* besteht, und dass diesen Fäden eine besondere innere Struktur zukommt. Die Fäden weisen eine *Quergliederung* auf; sie zerlegen sich bei der Färbung in Biondi'scher Lösung an gut gelungenen Präparaten in färbbare und achromatische, bez. weniger färbbare Glieder. Die färbbaren Glieder des Zellenfadens bezeichne ich als *Zellenmikrosomen*.« Diese mikrosomalen Körner dürfen nicht mit den ALTMANN'schen Bioblasten und nicht mit den verschiedenen in der Interfilarsubstanz vorfindlichen, paraplastischen Körnern verwechselt werden. »Die Quergliederung der Zellenfäden«, fügt HEIDENHAIN hinzu, »ist schon vielfach beschrieben worden. Man bekommt sie nach den verschiedensten Vorhärtingen zu sehen; mittelst Chromsäure oder Flemming'scher Mischung bei nachfolgender Hämatoxylinfärbung können die

¹⁾ MARTIN HEIDENHAIN, *Über Kern und Protoplasma*, Festschrift für KÖLLIKER, 1892.

Mikrosomen distinkt schwarz dargestellt werden... Jetzt tritt mir diese Erscheinung besonders schön an den mit Sublimat fixierten und in Biondi'scher Lösung gefärbten Präparaten entgegen. Bei schwächerer Vergrößerung erscheint die Zelle schön gleichmässig granuliert, bei starken Vergrößerungen gewahrt man, dass achromatische (oder weniger färbbare) Bindeglieder die Zellenmikrosomen zu Zellenfäden aneinanderreihen. Meiner Ansicht nach, fügt HEIDENHAIN noch hinzu, »besteht nicht nur das Protoplasma der ruhenden, sondern auch das der sich teilenden Zelle durchweg aus *quergegliederten* fädigen Elementen. Dass die Polarstrahlen und der grösste Teil der Spindelfasern aus Fäden bestehen, welche einen mikrosomalen Bau aufweisen, kann überhaupt nicht zweifelhaft sein». Nur ein Teil der Spindelfasern erscheint nach ihm eigentlich immer homogen; es seien diejenigen Fasern, welche in der Nachbarschaft der Schleifenwinkel sich ansetzen. HEIDENHAIN weist auf seine Abbildungen von Leukozyten hin, in denen man nach Biondifärbung die mikrosomalen Fäden wahrnimmt. HEIDENHAIN betont indessen auch, dass nicht alle Zellen diese Mitomstruktur haben, sondern auch Zellen mit vakuolärem wabigem Bau, ohne Fäden, kommen vor.

Wie lässt es sich aber erklären, dass die Fäden im Protoplasma der Leukozyten MEVES entgangen sind? Hätte er nur die ALTMANN'sche Methode angewandt, wäre dies meiner Meinung nach leicht verständlich. Er hat ja aber auch das FLEMMING'sche Gemisch und die Hämatoxylinfärbung benutzt. Ich kann es nur dadurch erklären, dass seine Präparate *zu stark differenziert*, d. h. abgefärbt waren; dann entziehen sich die mikrosomalen Mitomfäden dem Blicke. Man soll nur wenig differenzieren und im richtigen Momente diese Abfärbung unterbrechen. Dazu kam aber offenbar auch, dass MEVES von seiner Condriokonten- oder Plastokontenlehre so beherrscht war, dass er in solchen Präparaten, in welchen er die mikrosomalen Mitomfäden vor sich noch gefärbt hatte (wie an der in seiner Fig. 23 [1910] abgebildeten Zelle) dieselben, wie er selbst angibt, als »Mazerationsprodukte» von Chondriokonten auffasste. Im ganzen scheint es mir, dass MEVES nicht das echte Mitomwerk in den Zellen kenne. Wäre er, wie ich, von einem ausgedehnten und ruhigen Studium der Eier der Echinodermen und gewisser Knochenfische (v. a. *Gobius niger*) ausgegangen, so glaube ich, dass er das echte Mitom in anderer Weise beurteilen würde.

Hiermit schliesse ich diesmal diese Besprechung der Salamander-Leukozyten ab und füge nur hinzu, dass die Fig. 9 der Taf. XIII einen mit Carnoy-Biondi behandelten Vertikalschnitt der lymphatischen Belegschicht der Salamanderleber bei Zeiss' Apochr. 2 mm., Ap. 1,30 und Komp. Ok. 12 wiedergibt, nämlich oben die äussere Hülle, dann die Leukozyten in 5—7 Zellschichten und unten vier wirkliche Leberzellen mit quer getroffenen Gallenkapillaren, sowie unter ihnen ein Blutgefäss mit einem roten Blutkörperchen. In den Kernen der Leberzellen finden sich rote Nukleolen und grüne Chromatinkörner. In den Leukozyten sind überall grüne Chromosomen und einzelne rote Nukleolen; in der untersten Partie dieser Schicht sieht man, wie hier oft vorkommt, eine Leukozyte in mitotischer Teilung mit grünen Chromosomschlingen.

Ich bin also hinsichtlich der Struktur des Protoplasmas in den Leukozyten der lymphatischen Belegschicht der Salamanderleber zu dem Schluss gekommen, dass auch hier, wie es M. HEIDENHAIN schon im Jahre 1892 nachgewiesen hat, ein mit Zytomikrosomen besetztes Mitomfadenwerk, ein echtes Mitom, und ein Paramitom vorhanden sind. Dies stimmt ja mit den Befunden mehrerer Forscher und auch mit den meinigen in manchen anderen Zellen, und zwar vor allem mit dem Protoplasmaabau in den Eiern der verschiedensten Tiere, überein. Nun wird vielleicht MEVES die Einwendung machen, dass dies Mitomwerk ein Produkt der Fixierungsmethoden ist. Darüber lohnt sich kaum zu streiten. Zwar haben wohl die meisten Forscher, welche sich längere Zeit mit solchen Untersuchungen beschäftigt haben, so viel Erfahrung auf diesem Gebiete gesammelt, dass sie gelernt haben, wahres von falschem zu unterscheiden und die künstlichen Fällungsnetze von den natürlichen Fäden zu trennen. Durch autoritative Gründe lassen sich aber Zweifler nicht überzeugen, weshalb ich gerne von dieser Beweisart abstehe.

Es gibt aber andere Beweise. Es gibt eine andere Form des Protoplasmas, in welcher *ganz dieselben Fixierungs- und Färbungsmethoden eine ganz andere Struktur nachweisen*.

Im Blute des Salamanders habe ich also eben mit diesen Fixierungsflüssigkeiten, und zwar ganz besonders mit dem CARNOY'schen Gemische, unter den verschiedenen Arten der weissen Blutkörperchen — und dies sogar oft in denselben Präparaten, — eine Art Zellen gefunden, welche in vorzüglicher Weise das echte Mitomwerk darboten, und eine andere Art, die kein solches Mitom hatten. Die Fig. 10 zeigt die erstere, die Fig. 11 und 12 die zweite Art dieser Zellen. Weil ich diesmal diese Tatsache nur ganz kurz berühren und nicht auf das weite Gebiet der Blut-

körperchen im allgemeinen, mit deren Protoplasma ich zwar recht viel gearbeitet habe, eingehen will, indem dann auch diese umfassende Literatur besprochen werden müsste, werde ich nur hinsichtlich der in den Fig. 11 und 12 abgebildeten Zellart, welche gerade für das vorliegende Thema wichtig ist, einige Worte sagen. Diese, beim Kriechen auf dem Deckglase von der Fixierungsflüssigkeit überraschten Zellen zeigen in ihrem am Deckgläschen flach ausgebreiteten Zellkörper weder in den Protoplasmafortsätzen, noch in der Umgebung der nur durch schmale Brücken verbundenen Kernteile, Fäden oder Körnchen. Die ganze Protoplasmascheibe sah vollständig homogen, nur durch die Hämatoxylinfarbe dunkelgrau aus. Ich habe in den Präparaten viele solche Zellen gesehen und auch manche in verschiedenen Wandervariationen abgebildet. In diesen Zellen fehlte also das Mitomwerk, und das vorhandene Protoplasma lässt sich nur als dem Paramitom FLEMMING's entsprechend auffassen.

Es gibt aber noch andere Zellarten, welche eine ähnliche Struktur darbieten.

HJALMAR THÉEL¹⁾ hat bei mehreren Gelegenheiten den Bau und das Verhalten der in der Körperhöhle der Seeigel so zahlreich vorhandenen Amoebozyten eingehend untersucht und beschrieben. Er hat teilweise im Anschluss an die Untersuchungen einiger anderer Forscher, GEDDES, PROUHO, CUÉNOT, das Wandern und die physiologischen Eigenschaften der hier vorkommenden Zellen im allgemeinen sowohl bei den erwachsenen Tieren als bei den Larven studiert und u. a. in der Festschrift für W. LILLJEBORG im Jahre 1896 eine mit schönen Abbildungen versehene Darstellung veröffentlicht. Von seiner Beschreibung werde ich hier nur die Tatsachen anführen, welche die Protoplasmastruktur behandeln. THÉEL fixierte das lebende Material in Sublimat oder in Perényi's Gemisch und färbte nach M. HEIDENHAIN's Methode. Er liess die Zellen sich vorher auf dem Glas ausbreiten. »In the plasmodia«, sagt er, »the oval nuclei vary considerably as to their number and mutual position. That portion of the protoplasm which surrounds the nuclei in a greater or smaller extent is granular-looking, the granules being dark-coloured when stained according to Heidenhain's method. Around the nuclei or in their vicinity a various number of larger and smaller vacuoles are to be observed in the granular substance, but in other parts of the plasmodia vacuole-like bodies may also be found. Issuing from the granular substance, another dull-coloured, almost homogenous plasm or spongioplasm occurs; it radiates towards the periphery and assumes the shape of cords, fibrils and even specks, which anastomose by their branches and constitute an irregular network which in its turn, protudes numerous, very fine, intercommunicating threads, thus giving rise to a very delicate reticulum, or sponge-work, the meshes of which are occupied by the clearer hyaloplasm. The granular substance as well as the fibrils and cords of the spongioplasm often prolong into the pseudopodia and eventually fuse together with those of other cells. The proportion between the different substances, as well as the shape and size of the fibrils, cords, specks, and meshes, vary in different cells and plasmodia and in different parts of the protoplasm of the same plasmodium«.

An meinen mit ZENKER'schem oder mit CAENOY'schem Gemisch fixierten und nach HEIDENHAIN mit Eisenalaun-Hämatoxylin gefärbten Präparaten von diesen an Deckgläsern wandernden und sich ausbreitenden amoeboiden Lymphzellen aus der Körperhöhle von *Echinus esculentus* und *Asterias rubens* erhielt ich eine Menge schöner Bilder, welche so nahe mit der eben angeführten Beschreibung THÉEL's übereinstimmen, dass es überflüssig wäre, sie hier zu schildern. Ich beschränke mich deshalb darauf, zwei von meinen Abbildungen dieser Zellen von *Echinus esc.* (Fig. 13 und 14 der Taf. XIII) und eine Abbildung derjenigen von *Asterias rub.* (Fig. 15 ders. Taf.) mitzuteilen. Die Fig. 13 stellt eine einzelne, weit ausgebreitete, flache Zelle dar, in welcher der ovale Kern in der von THÉEL beschriebenen, sich dunkler färbenden Abteilung liegt; in dieser Zellzone bemerkt man die hellen vakuolähnlichen Flecke und einige, obwohl nur sparsame, schwarze Körnchen und dunkelgraue Flecke; in der ganzen übrigen weit ausgebreiteten Protoplasmascheibe mit ihren zahlreichen Fortsätzen erkennt man *keine wirkliche Struktur, und zwar vor allem kein mikrosomatisches Mitomwerk*. In der Fig. 14, wo nicht weniger als sieben Kerne resp. Zellen in das Synzytium eingegangen sind und an den Rändern desselben verschiedene Fortsätze auslaufen, bemerkt man auch in der Umgebung der Kerne, mehr oder weniger deutlich abgegrenzt, die dunkleren Abteilungen der Zellen, mit den hellen vakuolähnlichen Flecken und den verstreuten, schwarzgefärbten Körnchen, welche aber nicht durch distinkte Fäden zu einem echten Mitomwerk verbunden zu sein scheinen. In den übrigen grossen hellgrauen Plasmaplatten bemerkt man keine gekörnten Fäden, kein wirkliches Mitom, sondern nur hier und da, besonders in der Umgebung der dunkleren Plasmapartien, etwas dunkler graue Streifen und kleine undeutliche graue Flecke. Eine wirkliche Fadenstruktur, wie die eines Mitoms fehlt. Hierbei bemerke ich noch, dass diese Präparate fast ohne jede Differenzierung, ohne Abfärbung, in Balsam eingelegt wurden, damit man sicher sei, dass das Mitom nicht durch Abfärbung aus der Wahrnehmung verschwinde.

¹⁾ HJALMAR THÉEL, *Remarks on the Activity of Amoeboid Cells in the Echinoderms*. Festschrift für Lilljeborg. Upsala 1896.

Schliesslich zeigt die Fig. 15 ders. Taf. ein entsprechendes Synzytium aus der Körperhöhle von *Asterias rubens*. Die amoeboiden Lymphzellen haben hier eine etwas andere Gestalt und kleinere Kerne; das Zellplasma breitet sich weniger der Fläche nach aus; die Zellen bilden mehr ein wahres Netz. Im Plasma bemerkt man zwar graue undeutliche Streifen, aber keine wirklichen Fäden mit Körnern, *kein wirkliches Mitom*.

Aus dieser Darstellung gewisser weisser Blutzellen des Salamanders und der amoeboiden Körperhöhlencellen der Echinodermen scheint also die wichtige Tatsache bestimmt hervorzugehen, dass es Protoplasmaarten gibt, in welchen *das eigentliche Mitom FLEMMING's fehlt*, weshalb man die restierende Substanz hauptsächlich als sein Paramitom zu betrachten hat. Dies ist ja für die Grundanschauung vom Protoplasma von grosser Bedeutung und hat auch meine eigene Auffassung in gewissem Grade modifiziert. Das mikrosomale Mitom ist also für diese niedrigen Zellformen nicht notwendig, sondern gehört den Zellkörpern höherer Ordnung an. Die grossartige Verbreitung des Mitomwerks in den allermeisten Zellen aller höheren Organismen beweist aber offenbar seine hohe Bedeutung für das Zelleben aller dieser Organismen, bei welchen es überall so innig mit dem Protoplasma der Zellen zusammengehört. Das mikrosomale Mitomwerk ist für das Protoplasma aller Zellen, in denen es entwickelt ist, ein *»sine qua non«*, ein Organ, ohne welches dasselbe nicht funktionieren kann. Man hat ja schon lange die Zytomikrosomen und die Mitomfäden als *»Organellen«* im Protoplasma betrachtet, obwohl man leider bis auf weiteres hier darauf beschränkt ist, sich mit Hypothesen zu begnügen. Offenbar haben sie nicht nur eine hohe, sondern auch eine umfassende, verschiedenartige, physiologisch-biologische Bedeutung, zu welcher die Schlüssel uns leider noch grösstenteils verweigert sind. Das Zusammenwirken des Mitomwerks mit dem gewiss ebenso wichtigen Paramitom ist uns auch noch verborgen geblieben. Das Verhalten des mikrosomalen Mitoms zu den Dotterkörnern in den sich entwickelnden Eiern der Echiniden, wie ich es vor zwei Jahren fand, scheint mir jedoch einen Fingerzeig zu geben.

Man kann sich auch hinsichtlich der verschiedenen *»Struktur«* des Protoplasmas der niederen und der höher organisierten Zellformen auch die Möglichkeit denken, dass dasjenige der niederen in sich noch die Elemente des mikrosomalen Mitomwerks in undifferenzierter, nicht abgetrennter, nicht organisierter Form enthalte, sowie dass das der höher entwickelten Zellen, in denen das Mitom vorkommt, durch eine Trennung der Bestandteile, eine Scheidung des mikrosomalen Mitoms aus dem Paramitom, entstanden sei, wodurch für höhere Zwecke der Zellarbeit Einrichtungen zustandegebracht seien. Bei der gewiss kolossal verschiedenen Zusammensetzung des Protoplasmas in den verschiedenen Zellen und Organen aller verschiedenen Organismen in der Natur ist eine derartige Abtrennung der Protoplasmasubstanzen, gewissermassen eine Arbeitsteilung ihrer Bestandteile, und damit auch eine Trennung in niedrigere und höhere Protoplasmaarten nicht nur denkbar, sondern sogar notwendig. Es scheint auch, als ob HEIDENHAIN geneigt sei, das Vorkommen mitomloser Zellarten anzuerkennen.

Eine *zweite* wichtige Tatsache, welche mir die obige Untersuchung der mitomlosen weissen Blutzellen des Salamanders und der amoeboiden Lymphzellen der Echinodermen geliefert hat, ist nun auch die, *dass in dem Protoplasma dieser Zellen durch die hier gebrauchten und so gebräuchlichen Flüssigkeiten und Fixierungsgemische keine entdeckbaren Zerreibungen, kein Zerfall in Netzwerke und Fibrillen, keine körnigen Fällungserscheinungen entstehen*. Deshalb soll man nicht zu schnell sein, die durch diese Fixiermethoden gewonnenen und zu gewinnenden Bilder im Zellprotoplasma stets als durch diese Methoden artifiziell entstanden, als *»Kunstprodukte«* zu proklamieren. Es ist zwar richtig, vorsichtig, kritisch und sogar skeptisch zu sein. Man soll aber nicht *»das Kind mit dem Bade ausschütten«*. Das mit den genannten Fixiermethoden fixierte Protoplasma der hier zuletzt beschriebenen Zellen zeigt keine Zeichen von Kunstproduktion; es zeigt sich dem der lebenden Zellen sehr ähnlich, nur durch Fixierung getötet und durch Färbung gefärbt.

Wenn ich nun diese Besprechung der Frage vom Problem der Struktur des Protoplasmas veröffentliche, ist es mein Wunsch, zugleich zu betonen, dass ich kein Liebhaber von wissenschaftlichen Polemiken bin, sondern dies ausschliesslich deshalb tue, weil ich der Ansicht bin, dass auf diesem hochwichtigen Gebiete die Forschung zu schnell eine Lehre zu acceptieren scheint, welche noch gar zu unreif ist. Jedenfalls kann es für die Wissenschaft nur nützlich sein, sich noch etwas zu bedenken und andere Meinungen zu erfahren, ehe sie sich dafür bestimmt.

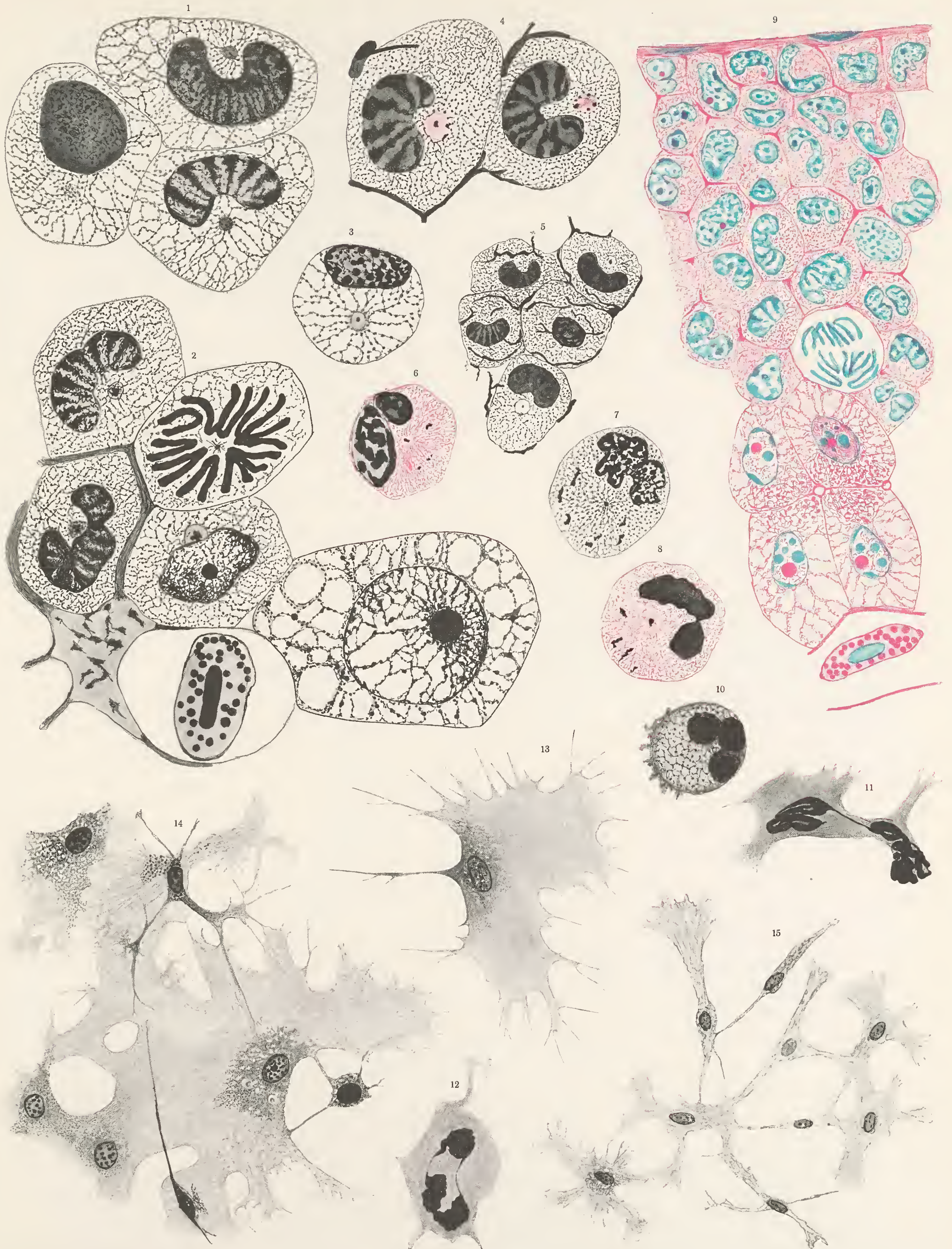
Ich bin auch davon überzeugt, dass nicht nur ich selbst, sondern auch mein hochverehrter Gegner von dem Wunsche beseelt ist, hier, wie überall, dem alten BACON'schen Satze zu dienen: *»ex contentione veritas«*.



Salamandra mac.
1—12

Echinus esc.
13—14

Asterias rub.
15



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologische Untersuchungen](#)

Jahr/Year: 1912

Band/Volume: [NF_17](#)

Autor(en)/Author(s): Retzius Gustaf Magnus

Artikel/Article: [Zur Frage von dem Problem der Protoplasma-Struktur 85-94](#)